Experimenta quaedam ad
Halleri doctrinam de musculorum...
Wittich, von Wilhelm

EXPERIMENTA
QUAEDAM AD HALLERI DOCTRINAM DE MUSCULORUM IRRITABILITATE PROBANDAM INSTITUTA.

PROGRAMMA

QUO

AD ORATIONEM AUDIENDAM INVITAT

QUAM

AUCTORITATE GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS

UT IN EODEM LOCUM CAPESSAT

DIE V. DECEMBRIS MDCCCXLVII

PUBLICE HABEBIT

GUILELMUS DE WITTICH
MEDICINAE ET CHIRURGIAE DOCTOR, PROFESSOR P. O.

REGIOMONTI PR.
TYPIS HARTUNGIANIS.

45

De rationibus ac viis, quibus adhuc sint usi de musculorum irritabilitate quaerentes.

Interjecto seculi spatio de musculorum irritabilitate controversiae ab *Hallero*[1]) commotae nondum compositae sunt, neque enim, quamvis dubia iamdudum prorsus sublata remotaque videntur, illam verisimilem quidem factam nostra aetate, minime vero ad liquidum exploratam esse infitiabimur. Neque tam *Hallerus*, quam *Fontana*[2]) qui primus experimentum quoddam nostrae quaestioni inserviens prodit, atque praeterea *Soemmering*, *Nysten*[3]), alii qui hujus disciplinae defensores exstiterunt antiquissimi ex nervorum excitabilitate deficiente, antequam musculorum directe irritatorum facultas contractionis evanuerit, quam partim in hominibus paralyticis, partim nervorum truncis dissectis in animalibus observarint, concludunt, eam per vitam nervis certo conciliari posse, sed per se facultatem esse, quae ad musculos, nervorum ratione habita nulla, pertineat, quin eorum irritationem haudquaquam viam esse unicam, qua musculi ad actionem, quae in ipsis insit, impelli, seu irritari possint. Ubi vero cognitum est, etiam cor prorsus ex nervorum sollicitatione dependere, quippe quod, ut *Scarpa* primus ostendit multos contineat nervos, *Halleri* adminiculum gravissimum (cor nimirum vel corpori excisum continuo contrahens) vim suam perdidit, nostrisque diebus, obnoxia quoque illa nervis conditione experimento cognita,

---

1) *Haller:* deux memoires sur les parties sensibles et irritables. Lausanne 1756.

2) *Fontana:* Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper. Uebersetzt von Hebenstreit. S. 74. u. 75.

3) vergl. *J. Müller:* Handbuch der Physiologie. 1840. Bd. II. p. 37 ff.

vix commemorandum videtur. Adeo vero experimentum nervorum secandorum, a *Fontana* traditum, gravius videtur, quod diu docrinam tuebatur cuique vel aetate recentiore argumenti vim tribuendam *Longet*[4]) ratus est.

Primus *Joh. Müller*[5]) una cum *Stiker* vitia hujus experiendi rationis explanaverunt, quippe observantes conjunctione nervorum musculis servientium cum centris sublata ac remota, musculorum quoque contrahendi facultatem ocius serius omnino perire. Quare restabat semperque profecto restabit, ut demonstretur, num illo tempore, quo musculi nervorum irritatio jam vana apparuerit, quamvis musculi ipsi irritatione directa ad functiones compelli potuerint, nervorum non solum trunci verum etiam fines periphericae excitabilitate carerent. Si quae alia at certe haec interpellatio gravissima videtur, quum certa experimenta nervorum interitum semper centrifugientem fieri doceant.

Porro microscopii auxilio exploratum habemus, nervos per musculos plurimos dissipatos esse, ita ut vel minima musculi pars inter observationem microscopicam rivo galvanico excitata contrahens, satis nervorum praebeat, quos contractionem conciliasse putes. Verum enimvero jam ante *Muellerum Tiedemanno*[6]) imprimis auctore quaestio aliam formam accepit, cui *Halleri* opinio sic probatur: ut contractilitatem vim quandam illis inhaerentem habeat eorum vero existentiam quum ex nutritione tum ex nervorum sollicitatione dependere putet. Itaque ex ejus sententia, cui *Mueller* in universum assentire non dubitat, nervis debent musculi; quod irritatione afficiuntur. Nulla sane res magis quam irritatio musculorum tandem aliquando exstincta post longam nervorum sectorum debilitationem *Muellero* persuasit, nervorum integritatem conditionem esse musculorum contractilitatis. Qui tamen suis experimentis aequo majorem vim tribuit: ut enim inde intelligitur, musculos diu quiescentes ad agendum non idoneos fieri, ita haudquaquam demonstratur functionum nutritusque turbationem

---

4) *Longet:* Anatomie et Physiologie de système nerveux de l'homme et des animaux vertèbres. Tom I. p. 59—63.

5) *Müllers* Archiv. 1834. pag. 202.

6) *Tiedemann:* Physiologie. Bd. I. pag. 547.

ex nervorum debilitate sequi. Etiam impedimento mechanico ignavus musculus tabescit ac torpet, quia sine controversia ejus natura fert, ut et quietem et actionem mutet, nec igitur mirandum, quod in musculis debilitatis atque omnino functionum expertibus brevissimo tempore nutritus rationes prorsus aliae fiunt ut tandem hac materiae permutatione deperdita primaria compositione chemica tabescant.

Quae quum ita essent reliquum erat, ut quaereretur, utrum actionis an nervorum virium inopia musculos tandem debilitaret. Cujus rei experimenta a *Reid*[7]) instituta exspectationibus minime responderunt; namque quatuor ranarum dissectis nervorum truncis extremitatum posteriorum, quum quotidie musculos alterius rivo galvanico excitaret, octo hebdomadibus post utriusque pedis posterioris musculi irritabiles erant, quamquam idem musculos extremitatum quotidie exercitarum speciem omnino integram retinuisse confirmat, quos quiescentes languidos fieri atque atrophicos.

Ejusdem generis experimenta ab *Emmerto*[8]) et *Matteucio*[9]) relata in diverso prorsus eventu substiterunt, quorum alter galvanisationis quotidianae vim efficientem negat, at alter expertum se esse contendit, irritabilitatem musculi quotidie ad contractionem coacti alterius lateris irritabilitatem valde superare. Neque *Stannii*[10]) experimenta rei grave quoddam momentum attulerunt; quae enim partim veterum experimenta confirmarunt, partim magis magisque concludendi vi privarunt, quum *Stannius* primus debilitatos nervorum truncos centrifugientes interire experimento doceret. Quare omissa ratione illa a *Reid* inita, etiam nunc *Matteucii* et *Emmerti* opiniones valde sibi repugnant.

E. Harlessio[11]) demum novam quamdam debemus rationem. Neque enim veterum experientium modo loco cuidam circumscripto nervi noxam admisit, unde haec

---

7) *Reid:* on the ralation between muscular contractility and the nervous system 1841. pg. 9. 10.

8) *Emmert:* Beiträge zur Pathologie und Therapie mit besonderer Berücksichtigung der Chirurgie. Bd. II. pag. 36—54.

9) *Matteucci:* Leçons sur les phénoménes des corps vivants. 1846. pag. 254.

10) *Stannius:* Froriep's Not. 1841. No. 418.
Müller's Archiv. 1847. pag. 443 ff.

11) *E. Harless:* Müller's Archiv. 1847. pag. 228 ff.

sensim diffunderetur, sed potius animalium totum nervorum systema noxa quadam uno tempore et modo afficiendum curavit. Postquam enim cognovit animalium spiritus aetherici inhalationibus interemtorum non solum nervos centripetentes et nervorum centra exstingui, verum etiam quamvis tardius musculorum nervos necari, in experimentis ejus a cuniculis aether inhalatur, donec rivus galvanicus inductus in musculorum nervos nudatos vim exhibeat nullam. Tum vero cuniculo sanguinis amissione trucidato semper musculorum irritatorum contractiones observavit. Si cui experimento similiter facto, at certe *Harlessiano* dubitatio afferri potest, qui inde aequo plura conclusit. Si quidem ex nervis motoricis multo post quam nervi sensibiles organaque centralia pereuntibus satis intelleximus communem noxam, quamvis ubique similiter diffusa sit, tamen nec eodem tempore nec modo totum nervorum systema periphericum afficere; nulla igitur prohibet res, quominus hic quoque interitum nobis centrifugientem obvium esse arbitremur, ita ut nervorum trunci sane jam segnes esse possint, quamvis nervorum fibrae per musculi substantiam diffusae etiam tunc irritabiles sint. Praeterea quum musculi nervorum mortem non tam centro nervoso quam sanguini, obnoxiam esse *Harless* experimentis non probaverit nihil est, cur ejus conclusiones audacissimas habeamus.

Antequam vero via ab *Harlessio* munita irritabilitatis quaestionem gravius copiosiusque adjuvit, ita perturbata est, ut in aeternum sublata videretur. Etenim *Ekhard* [12]) quum per nervi partem rivus galvanicus constans ducatur, sub certis conditionibus non solum aliis irritamentis vel chemicis, vel mechanicis vel denique galvanicis non moveri nervis, verum etiam excitationem hujus nervi musculorum directam omnino nihil valere demonstravit, i. e. nervum statu electrotonico affectum, ejusque musculos paralyticos esse. Quae tamen lex permira quum jam *Ekhardi* tum *Pfluegeri* [13])

---

[12]) *Henle* u. *Pfeuffers* Zeitschrift für rationelle Medizin. Bd. III. N. F. S. 198 ff. Bd. VIII. 343. *Eckhard:* Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Heft I. pag. 25 ff.

[13]) *Pflueger:* über die durch constante electr. Ströme erzeugte Veränderung der motor. Nerven. (In Posners medicin. Central-Zeitung) 1856. (15. März u. 16. Juli.)

Ueber das Hemmungsnervensystem für peristaltische Bewegung der Gedärme. Berlin 1857.

observationibus arctioribus circumscripta est finibus; praesertim propter differentias observationum utriusque auctoris haud contemnendas nec irritabilitati refellendae adhiberi potest, nec, etiamsi negari nequeat, rivo constanti nervos musculosque in tempus debilitari hoc ex facto concludere nobis licet musculum non nisi adjuvante nervo contrahi posse. Id quod jam *Koellikeri*[14]) et *Heidenhainii*[15]) probatur explanationibus.

Haud parum in musculorum physiologia profectum est, Urari veneni vi a *Bernardo*[16]) cognita. Quae experimenta diu sola et a *Bernardo* ipso et a *Koellikero* ornatius repetita neque non confirmata sunt. Tum a multis deinceps auctoribus observationes institutae eundem habuisse eventum videntur. Equidem ipse illo veneno ab illustrissimo prof. *du Bois* dono accepto iterum atque iterum usus, nec tamen alia consecutus sum. Liquet nimirum Urari musculorum nervos prius celeriusque imbuere veneno, quam nervos sensibiles et organa centralia nervorum, imprimis vero musculi nervorum interitum non centrifugientem esse, sed a peripheria systematis incipientem per sanguinem ferri; postremo musculos directe excitatos contrahendi facultatem retinere nervis jam mortuis. Ex his eventibus quorum argumenta in *Koellikeri*[17]) opusculo cognoscas licet, si quis rectas conclusiones fieri posse negaret, necessario conjectura audacior probanda videretur, ex qua nervi per musculorum substantiam diffusi neque neurilemate circumdati difficilius veneno illo afficerentur, quam nervorum trunci. At haec opinio, quae ne verisimilis quidem videtur, probari debet ab iis quicunque irritabilitatis doctrinae adversantur, Etsi igitur Halleri opinio quoties defensa, toties refutata, nec pristinam formam retinuit, ut supra commemoravi, nec omnino firmitate gaudet tamen a summa verisimilitate nequaquam abhorret. Nihilominus in dissertatione subsequenti complura perscripturus

---

14) *Kölliker:* Physiolog. Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte (in Virchow's Archiv. Bd. X. pag. 291.

15) *Heidenhain:* Physiologische Studien pag. 124.

16) *Bernard:* Lecons de physiologie. 1855. 18 u. 19me lec. und Cptes. rend. séauce du 3 nov. 1856.

17) L. c. *Kölliker.*

sum, quae maxima ex parte diu ante vulgatam *Koellikeri* commentationem observavi, quae tamen non solum illam confirmabunt sed etiam novam quandam experiendi rationem aperient, quae, ut mea fert opinio, magis quam omnia antea observata irritabilitatis doctrinam tueri possint.

Experimenta propria.

Quia omnia quae musculis irritandis adhibeas nervorum quoque irritamenta apparent; cuicumque de illorum irritabilitate quaerenti difficultates haud sane contemnendae occurrunt. Qua dere maximi erat momenti aut viam quandam experiendi explorare, qua vel musculi soli vel soli nervi excitarentur, aut statum arte parare, in quo nervi necarentur musculis ipsis salvis. Altera ratione fere omnes auctores ante nos diffilcultates illas removere conati sunt, atque eadem ratione *Bernhardi* quoque et *Koellikeri* experimenta, ut jam supra demonstravimus, revera fere omnia rejecerunt obstacula; nam non pauca nobis innotuerunt venena, quibus primum profecto musculorum nervi solum imbuuntur sineque controversia a peripheria delentur, quamvis musculi ipsi integram contrahendi facultatem etiamtum diu servent. Ego vero in subsequentibus alia quoque ratione causam disceptare posse mihi videor. Etenim experimentis permultis mutatam conditionem endosmoticam et musculorum et sanguinis vasorum contenti cognovimus vim quae ut in musculos vel plurimum valet, itanervorum fibrillas prorsus quodammodo negligit. Neque postquam a multis deinceps quaesitum est, quaenam aquae destilatae cum nervis sit ratio aliud quidquam inde intelleximus, nisi illam his excitandis recte adhiberi non posse. Etsi enim nervorum aëre per partes siccatorum excitabilitas evanescens restitui videtur tamen nec nervus ipse in aquam destilatam mersus excitatur, nec musculi ad eum pertinentis ad contractiones impelluntur. Quae quum ita sint experimenta infra enumeranda nos docebunt, musculos aqua destilata valde irritari, quod ejus conditio endosmo-

tica magis musculorum substantiam tangit, quam alius liquor cui jam materiae solutae admixtae sunt. Nec valde a veritate abhorret quum in nutritu solito sero sanguinis eandem fere compositionem esse chemicam ac musculorum liquori, neque concentrationem valde differre contendamus, experimentum vero, ut postea explicaturus sum, docet, quo magis liquor per vasa currens huc vel illuc declinet a sanguinis constitutione chemica i. e. prout eum aut magis dilutum aut magis concentratum reddiderimus, et quo vehementiorem illius partiumque vicinarum vim mutuam endosmoticam excitaverimus, eo acrius moleculares quasdam permutationes musculorum consequi, quae illos ad agendum impellant atque irritent.

Jam *E. Weber*[18]) et *G. Liebig*[19]) animum nostrum ad mirum illum musculorum tremore nrejiciunt, quem animalibus aqua injecta conspicias licet. Neuter vero rem latius explanavit, quae haud mediocriter, opinor, musculorum actionis cognitionem adjuvare possit. Equidem phaenomena ab illis commemorata in rana animadverti quae auctumni tempestate in custodia perierat. Ea enim etsi tum non rigida fuit, attamen excitatione peripherica haudquaquam movebatur, praeterea thoracis cavo aperto cor nec graviter nec regulariter pulsabat. Huic ergo injectionis gratia per cor immisi aquam, ut vasa liberarenter sanguine. Sed phaenomena fere haec erant. Quum thoracis covo aperto per bulbum aortae aqua injiciebatur, magnae abdominis venae incisae aut dissectae indicabant, num aqua immissa in impedimedita incideret, nam sanguine expulso tardius celerius aquam amittunt colore quocunque carentem. Jam paulo antequam liquor ex venis manans coloreque carens apparuit, ut vehementissimae ita celeriter desinentes musculorum capitis et cervicis contractiones incipiunt, tum brachiorum, et thoracis, et abdominis, denique sanguine omnino remoto, extremitatum quoque posteriorum. Quae contractiones si per omnes partes diffunduntur saepe numero earum impetus tantus est, ut animal a siphonis canaliculo in aortam tantum immisso longe projiciant. Nec tamen verum

---

18) *Ed. Weber:* Muskelbewegung in R. Wagners Handwörterbuch der Physiol. Bd. III. pag. 10.
19) *G. Liebig:* Respiration der Muskeln. Müllers Archiv 1850. Pag. 411.

videtur, omnia haec phaenomena ex siphonis impetu pendere id quod *Liebig*, nisi fallor, placuit:

Bei dem Injiciren zuckte, ait auctor, jedesmal, wenn eine Spritze voll Wasser durch die Cappillaren ging, der ganze Frosch.

Canaliculo enim remoto persaepe per duodecimam horae partem illa injectionem superant, nec experimentis repetitis post moram per horae quadrantem aut dimidiam partem durantem desiderantur. Hoc autem sane videtur mirum, quod contractiones spasmo similes non in omnibus animalibus quibus variam injecimus aquam eandem vehementiam ostenderunt, nec ante omnia tam diu produci potuerunt. Quotiescunque aut sine mora aut vehementer aut spatio interjecto aqua injiciebatur animalium species hydropica valde expressa apparebat, tum in tela cellulosa subcutanea, in musculis ipsis magis magisque expalescentibus aqua colligebatur, tela et organa rigida immobiliaque ut in mortis rigore reddebantur et sic mutati musculi interdum quidem contrahebantur galvanice irritati plerumque vero mortui videbantur.

Quamnam exhibet vim liquoris natura ad contractiones illas provocandas?

Ac primum quum quaerendum videretur quamnam liquoris injecti natura in phaenomena commemorata exhibeat vim, aethere interfectis ranis aquam destilatam, fontanam, fluvialem, solutiones natri chlorici dilutas vel concentratas, sanguinis serum injeci. Itaque aqua destilata immissa et vehementissimae et injectionem maxime diuturnitate superantes contractiones consecutae sunt, quae aqua fontana aut fluviali instilata non solum inconstantes verum etiam multo inferiores fuerant. Eaedem solutione salium haud ita concentrata infusa aut sanguinis sero fere prorsus desideratae sunt, aut celerrime praeterierunt; postremo solutione natri chlorici concentrata injecta musculi plerumque semel contrahentes brevi tempore speciem prorsus rigidam obtinuerunt, nec galvanice irritati ulla ratione moti sunt. Quare intelleximus, aquam

destilatam per se indifferentem, quae tamen ad compositionem chemicam plurimum ab liquoribus organicis differet, causam fuisse eventuum vehementissimorum: id quod eo majorem admirationem movet, quo minus nervorum trunci ipsi, quamvis aqua pedetentim irritabilitatem perdant, tamen ipsa non excitentur. Unde primum jam videri licet, pressione mechanica nec musculorum nervos capillaribus nimis repletis, irritari, quia liquores quidam, qui ad concentrationem sanguinem maxime aequant, velut sanguinis serum, nullas efficiant contractiones contra vero aqua destilata vel in pressura minima vehementissimas procreet. Si vero ranis decapitatis aqua destilata infunditur, nihil prohibet, quominus ejus magna pars ex capitis cervicisque vasis dissectis profluat, qua causa magna pressionis pars, qua in bulbum aortae illam injicias, deperditur, nihilominus tamen spasmo similes contractiones consecutae sunt. Idem fit, quum ranae integumentis detractis idem instituatur experimentum, etsi hic quoque aqua ex vasis ad cutem trahentibus sine impedimento profluit, tamen reliqua inter pressuram multo minorem per totum corpus manans eadem phaenomena excitat. Ceterum experimentum sic quoque institui potest, ut canaliculo cum culeo elastico communicante aortae bulbo alligato tum rana satis firme fixa, denique culeo cum infundibuli ostio conjuncto, inde nullo intervallo interjecto aqua infundatur. Tum illud sic instituitur, ut aquae superficies in infundibulo ranae cor parum tantum superet. Etiam inter pressuram tam parvam aqua destilata ranam perfluens sufficit, quae ut tardius consequentes, ita diutius durantes musculorum contractiones provocet. Ac quam modo discripsimus experimenti instructio sane maxime idonea est, quae diutius producat omnia illa phaenomena. Denique jam pressura minor illa procreare posse facile cuique sic persuadetur. Si enim ranae antea occisae aqua in aortae bulbum vehementius infunditur, dum trunci uterque leviter haud procul a canaliculo comprimuntur, ut aqua impleti magni evadant cylindri vesicae formam praebentes, aortae parietum contractilitas elastica siphonis pressura compressioneque cessante aquam longius in corporis arterias impellit; quae ratio si aliquot temporis repetitur ranaeque aqua nulla re nisi contractilitate aortarum injicitur; hic quoque musculorum contractiones in omnibus corporis partibus conspiciuntur. Quae

quum ita sint, opinio, ex qua nervi vel musculi inter experimentum mechanice compressi, illarum causam esse, prorsus refutata videtur.

Antequam vero aquae destilatae vim deligentius dispiciamus phaenomenorum series alia ex parte illustretur necesse est. Ac primum quidem quaeritur, utrum spasmo similia illa phaenomena organorum centralium systematis nervosi nondum cognitis mutationibus, an nervorum truncis irritatis aut postremo molecularibus quibusdam mutationibus ipsius musculorum materiae nascantur. Ac facillime quidem experimento opinio prima refutatur: non solum enim omnia illa phaenomena eadem evadunt, truncis ante experimentum dissectis ita quidem, ut affinibus sanguinis vasis parcatur, verum ne cerebro quidem nec medulla spinali prorsus deletis evanescunt. Contra contractiones quaecunque in altero latere desinunt dissectis integumentis, musculis, vasis, ossibus solo nervo ischiadico salvo. Unde patet, permutationibus organorum centralium fortuitis propter aquam profluentem non solum leviter adjuvari experimenti eventum, verum omnino nullius momenti illas esse ad spasmo similes illas contractiones provocandas.

Longe difficilius altera sententia explanatur, quamquam jam superiore experiendi ratione compertum habemus directa irritatione nervorum trunci contractiones non oriri. Etsi nervo ischiadico per spatium minimum nudato, ita vero, ut vaginae illum circumdanti parcatur tum ceteris hujus extremitatis partibus dissectis, vel vasis magnis ligatura quadam conclusis, satis ei aquae vasis superne ad eum pervenientibus impertitur, attamen musculorum minime consequntur spasmi.

Prima experimenta mea persaepe in ranis instituta sunt, quae auctumni tempore perierant. Neque circulatio capillaris in corporis partibus perspicuis inveniebatur, nec nervorum trunci sive chemice, sive mechanice sive electrice excitati musculorum contractiones efficiebant; aperto vero thoracis cavo cor nec regulariter, nec vehementer contrahebatur, quin in quibusdam omnino non pulsabat, quamquam mechanice vel electrice excitatum ad solas contractiones locales ventriculi aut atriorum concitari poterat. Simili ratione musculi nudati directa irritatione plus minus contrahebantur. Ac rivo per haec animalia aquae destilatae ducto, nihilo minus spasmi

musculorum diutius durantes evenerunt. Idem in ranis observatum est quae e custodia elapsae atque in cubiculo persultantes, aqua deperdita, quodamodo corpus siccatum obtinuerant. Quae vel vehementissime irritatae quum vitae signum praeberent nullum, cum jam cor aut parum aut prorsus non pulsaret nervique directa excitatione haudquaquam motus provocarent, illi non defecerunt musculique exsiccati prius recuperarunt volumen, aqua destilata per aortae bulbum injecta

Qui musculorum irritabilitati adversantur in celeberrimam illam experientiam, ex qua musculorum contractiones directam irritationem subsequantur, quamvis hi jam vere mortui appareant, sic suo jure usi sunt, ut eam mortem a centro incipientem ad peripheriam pergere, idque demonstrari posse dicerent: qua de re per musculi materiam nervos aequae dissipatos excitabilitatem retinere posse, trunci jam exstincta. Quod opprobrium quum antea a me enumeratis quoque experimentis ferri posset videlicet quum non demonstrassent, aquam destilatam ad nervos quoque per musculi substantiam dispersos nullam exhibere vim; conditiones reperiri debuerunt, quae minime dubium relinquerent, quin nervi et ubique et plene ac vere morerentur musculis salvis.

E. Bernardi experimentis primis quum *Urari* venenum in nervos et motorios et sensibiles variam exhibere vim intellexissem, num aliis venenis narcoticis, quibus facilius uti possumus, similia efficerentur quaesivi. Diu quidem experimenta a me instituta in aetheris inhalatione solum et in strychnino, et opio et acido Borussico versabantur, donec *Koellikeri* experimenta valde me sustentarent. Tum praecipue Brucino, Strychnino, Coniino et Nicotino solutis experimenta institui, et omnia quidem, quae propter ingentem numerum longum est enarrare sic facta sunt, ut antea dum ceteris corporis partibus parcitur uno in latere N. ischiadicus, in altero vero interdum eodem tempore ossa et musculi usque ad nervum dissecarentur. Interdum nervus, cutis, musculi disjuncti soli ossi magnisque vasorum truncis parsum est. Neminem fere fugit jam parva Strychnini nitrici dosi in ranis veneficii phaenomena nasci; attamen magnis tantum dosibus meis in experimentis usus sum, quae modo per anum modo per os animalibus immissae sunt, quarum rationum prior maxime

idonea mihi videbatur. Ut vero phaenomena tetanica brevi tempore existunt, ita magnis dosibus praebitis celerrime effugiunt, animaliaque tum statu lethargico utuntur, nec vel vehementia irritamenta motus provocant reflexiorios. Interea animalibus in dorso positis in trepidante speculi imaguncula cutis humectatae, cor agitari non desistere vel thoracis cavo clauso facile animadvertas, praetereaque microscopii auxilio in integumentis pellucidis intra digitos pedis expansis sanguinem omnino regulariter in vasis capillaribus procedere videas. Haud ita multo post nervi spinales nudati sive mechanice sive galvanice excitati nullas provocant musculorum contractiones, contra vero musculi vel levissime irritati vehementissime contrahuntur. Hujus rei causam mortem a centro ad peripheriam pergentem habere consuerunt, praeterea venenum per sanguinem non directam exhibere vim in nervos periphericos, sed eos a centro tantum affici *Koellikero* quoque probatur. Quod ad magnas Strychnini nitrici doses attinet hic contradicere nequaquam dubito, plerumque jam grano dimidio Strychnini nitrici illi eventus impetrantur. Etsi nervus ante veneficium dissectus paulo diutius irritabilitatem retinet, quam alterius lateris nervus cum centro communicans, neque tamdiu quam veneno non affectus eam retinuerit. Ac brevi tempore plerumque post horae quadrantem nervus ante experimenti initium dissectus omnino demortuus est, neque irritatio mechanica neque galvanica musculos ad eum pertinentes ad agendum impellere potest.

Similis quidem Coniinii Bruciniique vis fuit, sed phaenomena tetanica aut fere desiderata sunt aut celerrime praeterierunt. Quarum in os quinque Coniini guttae instilatae erant ranae post 15 Min. lethargicae et tribus horis post plane mortuae erant nec earum nervi sive antea dissecti, sive omnino intacti excitati ullam effecerunt contractionem musculorum, qui ipse vel galvanice vel chemice irritati vehementissime contrahebantur.

In experimentis meis Brucinii solutione usus sum, cujus in 12 Cub. cent. duae acidi muriatici guttae admixtae erant, hujus 1 Cub. Cent. $0{,}_{01}$ gramm. alkaloidei inerant. Quum phaenomena Brucinio effecta sane gravia sint valdeque ab indiciis

aliorum scriptorum abhorreant, quae illud paulo minus valere docent quam Strychninum, liceat mihi accuratius ea describere.

Omnibus animalibus eadem fere dosi injecta eventus, qui omnes a nervis cerebro spinalibus dependentes musculos debilitans apparuit, plerumque nonnullis momentis post consecutus est, sed semel tantum in plurimis meis observationibus eos phaenomena tetanica antecesserunt, in quibus tamen omnibus reflexibilitas valde aucta conspicua erat. Jam animalis contactus levissimave concussio (plerumque jam mensa apparatu illo ab illustr. *Du Bois* constructo ad rivos galvanicos inducendos vibrationibus affecta suffecit) communis trepidationis exilis causa fuit, quamquam ut contractio vera non est nata, ita totius corporis rigiditas tetanica plane defuit. Quae quum ita essent nec respirationis nec deglutitionis motus impediti sunt, immo vero saepenumero animalia coaxabant praesertim quum sollicitarentur maresque vesicas auriculares sursum aëre implebant. Nec circulatio imminuta est, corda vero lymphatica immobilia erant atque mirabile visu partibus periphericis, vel medulla spinali directe excitatis rivo galvanico denuo pulsabant, excitationem vero quatuor vel quinque pulsationibus superantes sublata excitamento non cessabant. Quo frequentius celeriusque sine mora corda lymphatica illa ratione ad agitandum impelluntur, eo certius defatigationis status insequitur, ita ut maximi tantum rivi galvanici medullam spinalem perducti ea movere possint[20]). Quum ranae esculentae $^1/_{100}$ gramm. Brucinii per anum infusa esset post horam eadem conditione usa est, quam modo descripsimus, illamque viginti quatuor horis post haud quaquam mutaverat; ut enim corda lymphatica in irritatione peripherica vel medullae spinalis sollicitatione pulsare, sic eadem incitamenta leves illas trunci musculorum trepidationes excitare non desierant nec respirationis sive deglutitionis motus quominus procederent prohibiti sint. Ac

---

20) Neque tamen me fugit experimenta mea ab opinione quae fere omnibus probatur auctoribus, scilicet motuum centrum cordum lymphaticorum in medulla spinali sitam esse, quodommodo abhorrere. Intelleximus enim omnes nervos spinales commemoratis illis venenis quam celerrime interfici, neque tum ullo modo excitari posse. Hic vero cordum motus rhytmici sane evanescunt, nihilominus tamen excitari possunt vel ex medulla spinali vel ex nervis periphericis

dosis nova per os tum injecta aliquamdiu reflexibilitatem auxit, at musculorum actio minime alacrior facta est, sed minor post horam omnino evanuit; nec jam vehementes nec leves irritationes galvanicae sive per medullam spinalem, sive per nervorum truncos missae pulsationes cordum lymphaticorum vel musculorum contractiones effecerunt, anteque dissectus N. ischiadicus dexter aeque atque alter, cujus cohaerentia cum medulla non sublata erat minime excitatur. Quum praeterea animal nec respirationis nec deglutitionis motus praeberet jure plane mortuum habebatur, quamvis musculis galvanice irritatis contractiones non deessent. Ceterum cor quoque thorace aperto pulsabat sanguinisque circulatio in vasis capillaribus diu conspiciebatur.

Sic igitur negari nequit nervi truncum ante dissectum venenoque Strychnino, vel Coniino, vel Brucinio adhibito longe tardius quam cum medulla spinali communicantem excitabilitate privari, ut consumtionis finalis centrum nimis excitatum haud minima causa videatur esse; quamquam experiendo certe cognitum habemus tantum abesse, ut ea centralis irritatio nimia sola mortis sit causa nervi, ut etiam nervorum trunci a medulla spinali disseeti sanguine veneno imbuto directe pereant. Quae quum ita sint nihil est cur dubites, quin nervis per totum musculum dispersis non eodem moriantur tempore. Si vero nihilominus musculi directe irritati contrahuntur, quorum trunci nervorum nulla irritatione moventur, vix infitiari possis contractilitatem musculorum esse facultatem nervis quidem vivo animali provocandam minime vero ex nervis dependentem.

Quo exploraretur, num musculorum nervi quoquoversus directi omnes Aetheris inhalatione debilitarentur, id quod *Harless* probat, alterius ranae ischiadico sinistro, alterius extremitate posteriore usque ad nervum dissecta, ipsae una cum sagenae particulo aethere humectato in lagenam epistomio clausam demissae sunt. Ac ne nervus inter aetheris inhalationem nudatus omnibusque integumentis ac musculis privatus motibus convulsivis animalis nimis distorqueretur, neve aetheris exhalatione directa afficeretur, rana in vasis fundo posita reliquoque spatio sagena aqua humectata impleto, partibus superioribus aliquot aetheris guttae infundebantur. Eventus experimentorum sic institutorum erant fere hi.

Utroque animali circiter 30 min. in lagena remanente, cujus ischiadicus dissectus erat, ejus peripheria excitata quivis motus desiderabatur nec cordis pulsatio sub cuti animadvertebatur, tum pupula oculi immobilis ac palpebrae clausae erant, nec sanguinis motus in vasis capillaribus, si qua conspiciebatur regularis aut idoneus, qui sanguinis corpusculorum circulationem efficeret. Itaque rana jure mortua habebatur, atque ischiadici inductionis ictibus sollicitati utrimque leves tantum musculorum palpitationes excitarunt, musculi vero directe irritati vehementer contrahebantur. Interjecta dimidiae horae parte nervorum excitabilitas denuo apparuit, cor manifesto pulsare coeperat, altera die omnes vires recuperaverat rana. Quod experimentum quum satis doceat, nervos hic quoque sanguine veneno praedito debilitari, tum ex alterius eventu intelligitur eam non esse unicam nocendi viam. Verum quidem ac cuique probandum videtur illius nervi qui sanguinis vasis privatus erat partibus ei affinibus sejunctis irritabilitatem et diutius et facilius conservatam esse, quam alterius lateris, sed nihilo minus ea longe minor, quam in animalibus integris irritabilitas fuit.

Strychnino, Coniinio, Brucinio interfecta animalia injectionibus aquae destilatae faciundis adhibita sunt, nec vero antequam persuasum haberem, ne vehementissimis quidem ictibus electricis inductis nervos irritari tum potuisse. Ac semper nervis modo dissectis, aut solis magnis vasorum sanguiferorum truncis integris aquae destilatae injectiones vel rivus perductus fere omnium musculorum contractiones provocarunt, quae musculis, vasis ossibusque sejunctis defuerunt, tamdiu vero in experimentis conspiciebantur, donec musculi singularem illam hydropicam et rigidam obtinuerant speciem, cujus supra mentio facta est.

Liceat mihi experimentum uberius enarrare ad discendum saluberrimum, ut mea fert opinio, pressionem minimam sufficere ad musculos irritandos. Rana esculenta consueta Brucinii dosi infecta, quum circulatio in cutis capillaribus tum integumenti motus in regione cordis apicis circulationem nondum esse exstinctam docebat. Tum posito animali in dorso abdominisque integumentis decisis in magnam venam dextram quae ex superficie inter musculos ducitur, atque in hepatis regione

in fundum divertit, tarde et pressione levissima aqua injecta est ita, ut fere guttatim ex siphonis canaliculo proflueret. Sic cordis actio sensim sanguinem, qui in corpore inest, ex vena magna aperta ejicit. Si quis vero sanguinis amissionem properare velit, etiam venam sinistram incidere debet, quo facto cordis actio ipsa puram tantum aquam per capillaria vasa trahit, easdem tamen et vehementissimas et fere tetanicas contractiones musculorum excitat. Neque alienum videtur hoc loco aliud experimentum Urari veneno institutum describere. Cujus ischiadicus sinistro, dextro in latere musculi vas et os usque ad nervum dissecta erant, rana per vulnus cutaneum veneno infecta brevi post musculorum nervi quin etiam ischiadicus dexter pedis posterioris debilitati apparuerunt. Quum hic igitur nec mechanice nec electrice irritatus contraheretur, in dextro pede, qui solis nervis cum corpore conjunctus erat, contractiones reflexoriae exstiterunt cute stimulata corporis partium, quarum nervi sensibiles cum medulla spinali adhuc communicabant; sed haec omnia eadem ratione a *Koellikero, Bernardoque* descripta sunt. Musculi aut rivis galvanicis intermittentibus, aut chemice natro chlorato insperso irritati, tum aquae destilatae rivo perducto vehementissime contrahebantur, musculis tantum exceptis alterius pedis, cujus vasa haud diutius cum corporis vasis conjuncta erant. Ut aqua infusa primae contractiones conspectae, quae etiam siphone a bulbo aortae remoto diu durarunt, experimentum interruptum est ranaque campana vitrea tecta viginti quatuor demum horis post denuo inspecta est. Etiam tum ut irritationes quaevis antea enumeratae, ita aquae injectio musculorum contractionis vehementissimae causa fuit.

Demonstratur qua ratione aqua destilata vim suam exhibeat in musculos nervosque a corpore sejunctos.

Sic igitur verisimillimum erat, contractiones exortas esse permutationibus molecularibus diligentius infra tractandis musculorum materiae, non vero nervi fibrarium, quae aqua destilata perfluente efficerentur, restabatque, ut quaereretur, quamnam haec vim directe nervis musculisque applicata exhiberet.

Alteri extremitatum ejusdem magnae validaeque ranae integumento detracto conjectoque in patellam vitream aqua destilata soliti caloris impletam; brevissimo tempore contractiones musculorum proxime aqua tactorum consecutae sunt, quae mox debiliores fiunt, tum prorsus effugiunt, ubi rigidam illam atque hydropicam speciem obtinuerant musculi, cujus jam saepius mentionem fecimus. Iidem si sale coquinario insperguntur, is aqua illos privat, itaque iterum pristina specie recepta vehementer contrahebantur (nec directa salis vis in ranis veneno interfectis ad nervorum truncos quidquam valebat, quum jam in eum pervenissent statum, in quo ipsis usi sumus). Denuo vero vehementissime contrahebantur musculi sale coquinario, incipiente musculorum tremore, celeriter abluto, praeparatoque iterum in aquam destilatam posito. Sic salis solutione cum aqua destilata saepius commutata, iterum atque iterum in animalibus irritabilioribus ac vividis eosdem consequi eventus possis. Quum extremitas posterior integumento detracto in aqua sale libera posita atque musculi superficiales hydropici (contractionibus finitis) resecti essent, inferiores musculi tunc aqua tacti simili ratione agitabantur. Item musculi recens disjuncti aut toti aut per partes in aquam destilatam positi contractiones vehementissimas efficiunt tensioneque eorum solita deficiente motus permiri in iis conspiciuntur. Quam ad rem perficiendam quam musculus Sartorius, tam omnino musculi minus crassi maxime idonei sunt aquae circumfluenti magnam praebentes superficiem. Ejusdem ranae, cujus altera extremitas cute detracta in aqua destilata observata est, in altero latere nudata nervi ischiadici parte satis longa extremitateque a corpore sejuncta et ex pedum digitis suspensa, totus nervus quoad nudatus erat aqua pura imbutus est. Quae cum cubiculorum calore solito utebatur, eventus haudquamquam erat conspicuus: videlicet nervus sensim emoritur speciem quoque praebens valde mutatam notum est, nec tamen vitae signum in musculis cum ipso cohaerentibus animadvertitur. Post refrigerationem vero haud mediocrem vel aquae temperatura aucta contractiones, non tam aquae ipsi quam temperaturae commutatae tribuendas persuasum habemus. Quibus ex omnibus recte, opinor, concluditur aquae destilatae directa vi, quae sine nervorum interces-

ione in musculos exhibeatur phaenomena supra descripta excitari aquamque quodammodo nervos omnino negligentem valde irritare musculos.

Neque tamen interpellatio me praeteriit, hic quoque aquae vim aliter ferri in nervorum truncos atque in nervorum fines periphericos, quod tamen nullo modo demonstrari potest, et a priori a versimilitate valde abhorret. Res enim sane mira esset, si nervorum fibrillae fere nudatae aut certe vagina tantum cellulosa circumdatae aqua tardius difficiliusque commutarentur quam illae quae in musculo ipso quasi absconditae sunt, ita ut aqua quoad eas perveniret musculum quodammodo penetrare deberet.

Quanam ratione illae aqua destilata provocatae contractiones explicari possunt?

Vix quemquam fugiet, qui aqua musculos diutius perfluente aut musculis in ea diutius manentibus eorum speciem mutatam consideraverit, necessario musculos valde commutari. Etenim ea musculum externe circumdans, aut ejus vasa capillaria perfluens endosmoticam quandam vim cum ipso habeat necesse videtur, quae eo gravior est, quo major concentrationis differentia et liquoris injecti et musculorum liquoris, ac sane maxima, si aqua pura utaris. Etenim hac substantiis valde solubilibus ille privatur, aquaque ex contrario in musculorum substantiam quadam ex parte transit; verisimileque videtur rivos hos endosmoticos, qui ut ita dicam concentrationis aequilibrium inter aquam et musculos provocare petunt, causam esse commutationum molecularium ac motuum.

Neque inepte videtur censere, sanguinis serum eadem concentratione ac musculorum liquorem uti, nostrisque experimentis intelleximus, quo magis liquor adhibitus illam ad concentrationem aequaret, eo minora illa phaenomena fuisse, omninoque desiderata esse sero sanguinis perducto. Experimentis vero endosmoticis compertum habemus, aquam a liquore magis diluto ad magis concentratum profluentem multiplum

esse salis, qui inverso ordine meat. Ac si nihil est, cur in nostris experimentis non idem statuamus, jam aqua plure recepta etiam major molecularum volubilitas apparet. Quae quum ita sint, hic satis causae esse videtur, cur diutius musculorum contractiones videantur aqua destilata eos perfluente, quam solutionibus concentratis injectis, et cur hae potius solutiones efficiant, ut musculi semel breviter celeriterque contracti et rigidi et immobiles reddantur. Nam solutiones concentratae musculum aqua privant itaque molecularum volubilitatem coërcent. Ubi musculus post experimenti diuturnitatem substantiis functionibus necessariis privatus est, emoritur contrahique desinit aqua perfluente, aut aliis irritamentis agentibus. Jam primum haud parum perdit salum solubilium, quorum chlorata in aqua defluente facile videri possunt, minor vero initio quidem copia in illa substantiarum proteinacearum, quae tamen postea uberius evadunt. Praeterea pars substantiae proteinaceae musculorum, liquore nutritio musculorum solutae, sale remoto in formam non solutam traducitur, ut jam satis notum, quo fit, ut musculorum substantia obdurescat. Sic igitur musculorum status quodammodo hydropicus cum coagulationis phaenomenis musculi rigidi conjungitur, quibus eum perspicuitatem quoque in praeparatis microscopicis perdere intelligimus.

Etiam salium solutiones saturatae substantias proteinicas ex ipsorum solutione removere possunt, ut igitur aut plane aut quodammodo non solutae appareant; nec tamen hic disceptari potest utrum sola aqua remota, an etiam salis vis chemica illud efficiat. At certum videtur musculorum substantiam solutionum saturatarum vi condensatam ad similem rejiciendam esse causam.

Altera vero ex parte celeritas, qua illae musculorum aquam arripiunt, non relinquit dubium cur celeriter effugientes tantum ac brevi tempore exstinctas contractiones excitent. Etsi vero haud sit incertum, in utraque contraria illa conditione aqua destilata adhibita vel solutionibus concentratis in animalium substantia vehementes existere rivos moleculares atque motus, tamen nequaquam exploratum habemus, quomodo musculorum et contractio et expansio invicem efficiatur. Neque motus moleculares illos idem esse ac musculorum contractiones cogitari potest propterea,

quod ut haec non constantes sed intervallis interjectis revertere solent, sic illi in experimento sine dubio continui sunt. Equidem contractiones endosmotice, ut ita dicam, provocatas copiose explicare nequeo. Ceterum explicare probareve omnino non possumus, quomodo aliis quoque irritamentis modo attractiones modo repulsiones molecularum efficiantur; etiamsi enim ista in causa i. e. in irritatione vel mechanica vel chemica, vel electrica vel temperaturae mutationibus confecta ad nervos recurres nihil prodest. Quamvis enim commutatio virium electromotoriarum nervi agitantis musculorum actiones videantur excitare, tamen quum difficultas investigandi non tollitur, quo ratione commutationes illae electromotoriae nervi excitamento quodam excitati provocentur, tum imprimis etiam restat, ut explicetur, quomodo elementares illi processus fasciculorum musculi, quos mutuam molecularem attractionem repulsionemque modo auctam modo diminutam ducere consuevimus, ex electromotoriis illis nervi mutationibus dependeant.

Utcunque vero ille se habeant, experimentis a me traditis, ne eorum mentio fiat, quae quasi incrementa irritabilitatis doctrinae videntur putanda, excitamentum nobis notuit novum, quod musculorum statum molecularem aliquamdiu mutare possit, ita ut contrahantur.

Haud parvi hac de re erat momenti experimento quoque demonstrare ipsas musculi vires electromotorias inter contractiones rivis endosmoticis effectas mutari. Quas mutationes multiplicatoris ope demonstrare conatus sum, sed eventus maxime dubii fuerunt, ne me prorsus esse deceptum dicam. Cujus rei causa, quum in eo posita est, quod experimentum satis accurate instituere prorsus difficillimum est, tum quod musculorum contractiones plerumque ita celeriter effugiunt, ut, etiam difficultatibus quibusvis superatis, multiplicatoris acus tarditas impedimento sit. Primum experimentum paranti mihi cordi erat, ut ranam satis figerem ne musculorum irritatorum partes papyri fasciculis impositae (qui fasciculi ab illustrissimo *Du Bois* Zuleitungsbäuschedicuntur) suo loco moverentur, tum vero rana ita prostrata debebat esse, ne aqua defluens in vasa manaret ex quibus papyri illi fasciculi suspensi sunt (Zuleitungsgefässe) neve eo rivi electrici multiplicatorem circumcurrentis mutationes

efficeret. Aquae rivum culeo elastico cum infundibulo communicante providi ita, ut antea descriptum est. Sed vel difficultatibus quibuscunque satis superatis, semel tantum acus parvam oscillationem observavimus, quae nobis rivi primarii electrici deminutionem in gastrocnemii contractione diutius duranti indicavit, tametsi multiplicatore maxime sensibili (31,000 filorum circuitus praebente) usus sum. Sic igitur experimenta ita difficilia propter contractiones breves sane exspectationibus parum respondent, ut ea immitari vix operae sit pretium praesertim quum Rheoscopio physiologico (stromprüfender Froschschenkel) et facilius et longe certius mutationes celeriter evanescentes cognosci possint. Ac quo ranae nervus atque pes, quo pro Rheoscopio usus sum, ab aquae defluentis vi defenderetur, ex digitis suspensus est supra ranae pedem nudatum, ita quidem ut ejus gastrocnemium illius nervus apte tangeret. Et in his experimentis aqua destilata per culeum elasticum profluebat, ranaque ipsa satis fixa erat. Itaque cuique contractioni musculi nervo tacti, motus secundarius haud raro vehementissimus pedis suspensi respondebat, qui plerumque nervum impositum longe rejecit, remque ita expedivit, ut idem observator et musculum qui contrahebatur, oculis intueri, nihilo minus vero alterius quoque motum secundarium animadvertere posset

Neque difficile est in mammalibus quoque aqua destilata injecta contractiones efficere neque non simili ratione probare hic quoque vires electromotorias inter contractionem mutari. Experimenta ita a me instituta sunt ut cuniculis recens interfectis aquam destilatam circiter ad 32° R. calefactam infunderem, simultamen extremitatis alterius posterioris musculos nudatos nervo Ischiadico ranae admoverem. Quo facto quamque contractionem aqua perfluente provocatam musculorum cuniculi hic quoque motus secundarii assecuti sunt in ranae gastrocnemio aliisque musculis ranae pedis.
